

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 200333006

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

芳樟叶中有效成分的提取及其 生物活性研究

Study on Extraction of Active Components from *Cinnamomum*
Camphor Leaves and Their Pharmacological Activation

苏远波

指导教师姓名: 李清彪 教授

专 业 名 称: 化 学 工 程

论文提交日期: 2006 年 08 月

论文答辩时间: 2006 年 月

学位授予日期: 2006 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2006年 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。
本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期： 年 月 日

导师签名：

日期： 年 月 日

目 录

摘要.....	I
Abstract.....	III
第一章 文献综述.....	1
1.1 樟树简介.....	1
1.2 樟树开发利用的研究概况.....	2
1.3 不同提取方法简介.....	5
1.4 超声波提取天然植物的研究概况.....	6
1.4.1 声化学简介.....	6
1.4.2 超声提取影响因素.....	8
1.4.3 超声提取设备.....	9
1.4.4 超声提取应用.....	10
1.5 抗肿瘤药物的筛选方法.....	12
1.5.1 体外抗肿瘤作用的测试方法.....	12
1.5.2 体外抗肿瘤实验的评价指标.....	13
1.5.3 有效成分分离和活性跟踪过程.....	14
1.6 本研究的内容、目的和意义.....	17
第二章 樟树叶的化学成分分析.....	19
2.1 引言.....	19
2.2 实验部分.....	19
2.3 结果与讨论.....	25
2.3.1 常量与微量无机元素的检测.....	25
2.3.2 化学成分预实验.....	27
2.4 小结.....	28
第三章 樟树叶有效成分的超声提取.....	29
3.1 引言.....	29
3.2 实验部分.....	29
3.3 结果与讨论.....	32
3.3.1 不同提取方法的比较.....	32

3.3.2 超声波提取的影响因素.....	33
3.3.3 正交试验法优化超声提取条件.....	36
3.4 小结.....	39
第四章 樟树叶提取物的抗癌活性筛选.....	40
4.1 引言.....	40
4.2 实验部分.....	40
4.3 结果与讨论.....	46
4.3.1 芳樟叶的系统溶剂分离.....	46
4.3.2 芳樟叶提取物作用前后的癌细胞形态.....	47
4.3.3 芳樟叶提取物的体外抗肿瘤作用.....	48
4.3.4 芳樟叶各提取物体外抗肿瘤作用的比较.....	49
4.3.5 芳樟叶各提取物对细胞集落形成的影响.....	50
4.3.6 芳樟叶各提取物的化学成分分析.....	51
4.4 小结.....	54
第五章 樟树叶石油醚提取物的硅胶层析与生物活性.....	56
5.1 引言.....	56
5.2 实验部分.....	56
5.3 结果与讨论.....	60
5.3.1 硅胶柱层析分段洗脱及薄层层析.....	60
5.3.2 分段洗脱组分的体外抗肿瘤活性分析.....	61
5.3.3 分段洗脱组分的体外抗肿瘤作用比较.....	62
5.3.4 分段洗脱组分的化学成分分析.....	63
5.3.5 硅胶柱层析梯度洗脱及薄层层析.....	66
5.3.6 梯度洗脱组分的体外抗肿瘤活性分析.....	67
5.3.7 梯度洗脱组分的体外抗肿瘤活性比较.....	68
5.3.8 梯度洗脱组分的化学成分分析.....	69
5.4 小结.....	72
第六章 芳樟叶提取物的抗菌和抗氧化性.....	73
6.1 引言.....	73
6.2 实验部分.....	73
6.3 结果与讨论.....	77

6.3.1 菌落计数.....	77
6.3.2 芳樟叶提取物的抗菌作用.....	79
6.3.3 E _p 试样对各菌种的抑制.....	81
6.3.4 最小抑制浓度.....	82
6.3.5 芳樟叶提取物的抗氧化性.....	83
6.4 小结.....	85
第七章 结论与建议.....	86
参考文献.....	88
附录.....	97
硕士期间发表论文	107
致谢.....	108

CONTENTS

ABSTRACT

CHAPTER I INTRODUCTION	1
1.1 Introduction of <i>Cinnamomum Camphor</i>	1
1.2 Uses of <i>Cinnamomum Camphor</i>	1
1.3 Methods of extraction	2
1.4 Ultrasonic technology:fundamentals and applications	5
1.4.1 Introduction of Ultrasonic Chemistry	6
1.4.2 Factors of ultrasonic assisted extraction	6
1.4.3 Apparatuses of ultrasonic assistant extraction	8
1.4.4 Application of ultrasonic assisted extraction	9
1.5 Introduction of antitumor <i>in vitro</i>	10
1.5.1 Methods of antitumor action testing	12
1.5.2 Evaluation of antitumor action	13
1.5.3 Process of separation and bioaction pursuing	14
1.6 Contents, objective and meanings of this research	17
CHAPTER II ANALYSIS OF COMPONENTS	19
2.1 Introduction	19
2.2 Experimental	19
2.3 Results and discussion	19
2.3.1 Identification and quantification of common inorganic elements or microelements	25
2.3.2 Tests of chemical components	27
2.4 Summary	28
CHAPTER III ULTRASONIC ASSISTED EXTRACTION	29
3.1 Introduction	29
3.2 Experimental	29
3.3 Results and discussion	32
3.3.1 Different methods of extractions	32
3.3.2 Factors of ultrasonic assisted extraction	33
3.3.3 Orthogonal test of ultrasonic assisted extraction	36
3.4 Summary	39

CHAPTER IV ANTITUMOR TESTS	40
4.1 Introduction	40
4.2 Experimental	40
4.3 Results and discussion	46
4.3.1 Systemic solvent separation	46
4.3.2 Microcosmic structure analysis of tumor cells	47
4.3.3 Research of antitumor action of extracts	48
4.3.4 Antitumor action <i>in vitro</i> of extracts	49
4.3.5 Tumor cells colony-forming of extracts	50
4.3.6 Chemical components of extracts	51
4.4 Summary	54
CHAPTER V COLUMN CHROMATOGRAPHIC SEPARATION	56
5.1 Introduction	56
5.2 Experimental	56
5.3 Results and discussion	60
5.3.1 Chromatography with fractional elution and TLC analysis	60
5.3.2 Antitumor activation of fractions by subsection	61
5.3.3 Comparison of antitumor activation of fractions by subsection	62
5.3.4 Chemical components of fractions by subsection	63
5.3.5 Chromatography with gradient elution and TLC analysis	66
5.3.6 Antitumor activation of fractions by grads	67
5.3.7 Comparison of antitumor activation of fractions by grads	68
5.3.8 Chemical components of fractions by grads	69
5.4 Summary	72
CHAPTER VI ANTIBACTERIAL AND ANTIOXIDANT	73
6.1 Introduction	73
6.2 Experimental	73
6.3 Results and discussion	77
6.3.1 Plate bacteria colony calculation	77
6.3.2 Antibacterial activation of extracts	79
6.3.3 Antibacterial activation of E_p	81
6.3.4 Minimal inhibitory concentration	82

CONTENTS

6.3.5 Antioxidant activation of extracts.....	83
6.4 Summary	85
CHAPTER VII CONCLUSIONS	86
REFERENCES	88
APPENDIX	97
PAPERS PUBLISHED	107
ACKNOWLEDGEMENTS	108

摘 要

樟树 (*Cinnamomum camphora*) 是我国生产天然香料芳香油的主要树种, 用途广, 经济价值高。近年来, 通过组培、扦插等技术培育出纯种芳樟, 大大提高樟树资源的经济价值。但由于对芳樟废弃物的资源化研究力度不够, 忽视了许多有药用价值的化学成分如生物碱、多糖和内酯类等化合物的开发利用, 造成芳樟资源浪费严重, 为使芳樟资源发挥出最好的社会效益和经济效益, 有必要改进和发展芳樟有效成分的提取工艺以及寻找其中有生物活性的有效成分。

近年来, 超声波辅助提取技术已被广泛应用于农业、食品和化工医药等领域。由于其提取速率快、溶剂用量少、提取率高, 使之成为天然产物提取的有利工具。本论文首次将超声波技术应用于芳樟叶有效成分的提取等研究工作, 效果较好, 具有较高的实际应用价值。

利用电感耦合等离子体质谱 (ICP-MS), 在芳樟叶中共检测出14种常量和微量无机元素。通过化学成分预试验, 发现芳樟叶中化学成分种类丰富, 其中不乏有抗肿瘤研究的热点物质, 如内酯类、生物碱类以及多糖等。

运用正交试验法优化超声提取工艺, 主要考察乙醇浓度、萃取时间和料液比对芳樟叶内酯类物质提取的影响。结果表明, 超声提取的最佳工艺条件是: 用95%乙醇浸泡24h, 超声萃取15min, 料液比1:20。

采用系统溶剂法结合MTT抗癌试验, 对芳樟叶乙醇提取物进行分离和活性筛选。结果表明, 石油醚部份E_P对体外培养的人体肺癌95-D细胞、人口腔表皮样癌KB细胞和肝癌HepG2细胞的抑制作用最强, 其IC₅₀值分别为128 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (95-D), 47.9 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (KB), 97.1 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (HepG2)。

以MTT抗癌试验为指导, 利用硅胶柱层析技术对石油醚部份E_P进一步分离纯化。实验表明, 分段洗脱组分E_P-S1的IC₅₀值247 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (95-D), 111 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (KB) 均小于其余洗脱组分, 而E_P-S2的IC₅₀值90.9 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (HepG2) 小于其余洗脱组分。而在9个梯度洗脱组分中, E_P-G5的抗癌活性最高, 其IC₅₀值分别为68.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (95-D), 31.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (KB), 57.9 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (HepG2), 并小于石油醚部份E_P的IC₅₀值; E_P-G4也体现出一定的体外抗癌活性, 其IC₅₀值与E_P-G5接近; 而其它洗脱组分的体外抗癌活性均低于石油醚部份E_P。

用滤纸片法研究芳樟叶各提取物的抑菌活性,结果表明,石油醚部份E_P的抗菌活性最高,其最低抑制浓度分别为0.5 g·L⁻¹ (金黄色葡萄球菌)、0.6 g·L⁻¹ (大肠杆菌)、0.1 g·L⁻¹ (啤酒酵母)和0.2 g·L⁻¹ (粘红酵母)均小于其余提取部份。由FRAP法和DPPH法测定抗氧化活性,结果表明,芳樟叶提取物乙醇提取物的低极性部份总体上比高极性部份表现出较强的抗氧化活性,其中,以氯仿提取部份的抗氧化作用最强,其FRAP值为1.39mmol/L, DPPH去除率达55.9%。

关键词: 芳樟; 有效成分; 超声波; 提取; 生物活性

ABSTRACT

It has been known that *Cinnamomum camphora* was an important plant that could produce natural flavor and aromatic oils in China for a long time. In recent years, it has been reported that purebred *Cinnamomum camphora* could be successfully cultivated by tissue culture, which significantly enhanced the value of *Cinnamomum camphora*. However, considerable components in *Cinnamomum camphora*, e.g. alkaloid, amylose and lactones, which had pharmacological merit, have received little attention. To utilize *Cinnamomum camphora* trees more reasonably and economically, it is important that the techniques for extracting pharmacological components should be improved and more active components should be exploited.

Ultrasonic-assisted extraction technology has been applied to several fields especially to raw material recovery due to its fast extraction velocity, less solvent, high extraction efficiency and friendly to environment. This investigation provides an in-depth study of applying this technology to extract pharmacologically active components.

Contents in *Cinnamomum camphora* leaves were analyzed by inductively coupled plasma mass-spectrometry (ICP-MS). As a result, fourteen inorganic elements were detected. Furthermore, many compounds including antitumor substances such as lactones, alkaloids and amyloses, etc. have been gotten through chemical tests.

Influences of technological parameters such as ratio of raw material to solvent, ethanol concentration and ultrasonic extraction time were studied with orthogonal test. The results showed suitable conditions to extract lactones through ultrasonic-assisted extraction are as follows: 1: 20 (raw material: solvent), 95% ethanol and 15 minutes of extraction time, respectively.

The separation and the antitumor activities screening of ethanol extracts from *camphor leaves* were performed by the systematic solvent extraction, the MTT colorimetric assay and colony-forming. As a consequence, the petroleum ether,

chloroform and ethyl acetate extracts, that separated from alcohol extract with systematic solvent method, strongly inhibited cell proliferation of human cancer cells, such as stomach cancer 95-D, mouth cancer KB and liver cancer HepG2 with a significant dose-dependent response. The petroleum ether extracts showed the highest activities among all the extracts with their IC_{50} of $128\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (95-D), $47.9\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (KB) and $97.1\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (HepG2), respectively, while the methanol and water-soluble extracts showed little antitumor activities in vitro.

Then, silica-gel column chromatography was used to separate the components from the petroleum ether extracts. The fractions from E_P-G1 to E_P-G9 were obtained by gradient elution while the fractions from E_P-S1 to E_P-S4 were gained by subsection elution. Among all the fractions by gradient elution, E_P-G5 showed the highest antitumor activity in vitro, whose IC_{50} are $68.5\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (95-D), $31.5\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (KB) and $57.9\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ (HepG2), respectively. Moreover, it had stronger antitumor activity than petroleum ether extracts. In all fractions with a subsection elution way, E_P-S1 had the strongest resistance to proliferation of human cancers such as 95-D and KB with IC_{50} of $247\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ and $111\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, respectively. E_P-S1 had weaker proliferation resistance against HepG2 than E_P-S2, whose IC_{50} is $90.9\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. The other fractions did not show significant antitumor activity.

The petroleum ether extracts also showed excellent germ resistance against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Saccharomyces Cerevisiae* and *Rhodotorula minuta* by filter paper method, with MIC $0.5\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, $0.6\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, $0.1\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ and $0.2\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Nevertheless, they had weaker oxidation resistance than that of chloroform extracts, which had the strongest oxidation resistance among all extracts, with FRAP value 1.39mmol/L and Clearance Rate of DPPH 55.9%. Both DPPH method and FRAP methods showed the lower polarity parts, e.g. the petroleum ether, chloroform and ethyl acetate extracts, have stronger oxidation resistance than the higher ones, e.g. the methyl and water extracts.

Key words: *Cinnamomum camphora*; active constituent; ultrasonic; extraction; pharmacological activities

第一章 文献综述

1.1 前言

樟树 (*Cinnamomum camphora*), 别名: 香樟、樟木、乌樟、油樟、香樟和芳樟。樟树是樟科 (*Lauraceae*) 樟属 (*Cinnamomum*) 植物, 系常绿乔木, 单株高度可达 30 米, 树冠广卵形; 树皮幼时绿色, 平滑, 老时渐变为黄褐色或灰褐色纵裂, 冬芽卵圆形。叶互生, 革质薄, 呈卵状椭圆形, 长 6~12 厘米, 宽 3~6 厘米, 顶端短尖或近尾尖, 基部圆形, 背面呈灰绿色, 两面无毛, 有离基三出脉, 近叶基的第一对或第二对侧脉长而显著, 脉腋有明显的腺体。圆锥花序腋生于新枝, 长 5~7.5cm; 花小, 淡黄绿色; 花被 6 片, 椭圆形, 长约 2 毫米, 内面密生短柔毛; 能育 9 个雄蕊, 花药 4 室, 第三轮雄蕊花药外向瓣裂; 子房球形, 无毛。核果球形, 直径 6-8mm, 熟时紫黑色, 果托杯状。花期 5 月; 果实 9--11 月成熟。

樟树是我国生产天然芳香油的主要树种, 同时也是珍贵用材及园林绿化的优良树种。其分布区域广, 分布区域在北纬 10°~34°, 东经 88°~120°, 覆盖了我国海南、台湾、福建、江西、广东、广西、湖北、湖南、四川、重庆、云南、贵州、浙江等多个省区, 其中福建、台湾两省内樟树数量最多。樟树的栽培利用早在东周春秋时代就有记载, 至今已有三千多年的栽培历史。樟树用途广, 经济价值高, 可谓全身都是宝, 已广泛应用于建筑、工艺品、化工、军工、医药等方面。其木材致密美观, 具有芳香味, 抗虫蛀; 樟树的茎叶均可提制樟脑和樟油, 油中含有桉叶素、黄樟素、芳樟醇、松油醇和柠檬醛等多种重要成分, 是国防、医药、化工及香料等工业的重要原料。芳樟油减压精馏所得的第二馏分芳油, 其主要成分是芳樟醇, 为许多高贵香料的主要原料, 既可直接用于调香, 又可通过制备柠檬醛合成紫罗兰香酮, 还可制天竺葵醇和乙酸芳樟酯等。樟树树姿秀丽、四季常青、枝叶茂密, 具有很强的吸尘能力和抗煤烟能力; 属深根性树种, 根系特别强大, 主根尤为发达, 有很强的抗风能力; 且能吸湿耐水、防风固沙和保护堤岸, 近年来被广泛选作南方城镇及“四旁”的绿化树种和环保优良树种。

樟树是樟科植物中枝叶含芳樟醇最高的一种。芳樟醇原料及其派生衍生物的

庞大体系在香化产业中都得到广泛的应用。在世界范围内,使用量最大的 25 种香原料中,芳樟醇名列榜首。芳樟醇及其衍生物是香化工业的主要原料,广泛用于化妆品及皂用香精,而且芳樟醇又是合成维生素 A、维生素 E 的主要原料。据日本 1996 年统计资料表明,全世界每年对芳樟醇的需求量已高达 2.8 万多吨,其中天然芳樟醇只占很少部分,到目前这种状况仍未改观。合成芳樟醇在气味、香韵、强度和甜润等主要物化性能均不及天然芳樟醇,因此,香化工业十分热衷于采用天然芳樟醇。目前优质芳樟醇国际市场价为 85000 元/吨。樟树除含有芳樟醇外,还含有许多有利用价值的化学成分,例如樟脑、桉叶油素等。

我国是世界上生产樟油最多的国家,其产量占世界的 80%。普通樟树枝叶含油率低,樟油品质不高,且各植株分化严重,每公顷每年产芳樟醇约 105~120 千克,每千克售价约 40 元,每公顷产值约 4200~4800 元。而优良樟树每公顷每年产芳樟醇 200~300 千克,每千克售价 85~90 元,每公顷产值可达 17000~27000 元,与普通樟树相比可增产 12800~22200 元,经济效益显著。因此,选择枝叶含油率高,樟油品质优良的单株,采用大规模组培育苗,才能解决芳樟的良种化,提高芳樟醇的产量和质量,提高经济效益。

本研究的创新之处在于首次对芳樟干树叶的乙醇浸膏以及其各级分离产物进行抗肿瘤、抗菌以及抗氧化性等生物活性研究。为芳樟优良种质资源的合理开发和利用提供科学依据。

1.2 樟树开发利用研究概况

早在上世纪 90 年代,福建林学院的李玉蕾^[1]等已开展了一系列工作,在闽北地区选出了多株优良芳樟树种,其芳樟醇的最高含量达 92.3%。台湾简文树^[2]也进行了高含油量樟树品系的选择与推广的研究,对优选含油量高的纯种樟树做出了较大的贡献。厦门牡丹香化实业有限公司于 1996 年获得了一株叶油得率 1.5%、叶油中芳樟醇含量 98% 的优良芳樟树种,并实现组培、扦插等无性繁殖培育,育苗栽种 18 个月后叶油得率可超过 1.0%、叶油中芳樟醇含量可超过 96%。该公司现已开始大面积种植该纯种芳樟,计划成为国内外规模最大的天然香料生产基地^[3]。

近年来有关樟树精油的化学成分,国内外学者做了大量研究。Sattar^[4], Suri^[5]等曾研究过樟树某些精油成分, Kuo K H 等^[6]做过樟树叶片精油的分析。刘欣^[7]

等通过气体吸附法收集樟树自然散发的香气,运用气质联用技术进行鉴定,检出近 50 种化学成分。顾静文等^[8]应用气相色谱、气质联用仪、柱层析和核磁共振等现代分析方法鉴定了 3 种类型的樟树果实在 3 个不同生长时期精油的化学成分及变化规律。

中国科学院武汉植物研究所陶光复等^[9]以湖北省范围内的 21 个山区县为重点,对樟属芳香油植物进行全面采集调查,并气质联用技术分析了各种樟油,基本查清了湖北樟属植物的种类、地理分布与生态环境,掌握了其精油成分在不同种中的分布规律,而且还发掘出天然樟脑、芳樟醇、*t*-甲基异丁香酚、乙酸龙脑脂和柠檬醛等优质资源,可供生产部门开发利用。

江西省吉安地区林科所的刘银苟等^[10,11]对不同类型樟树的叶、枝、根等的精油含量成分进行了研究。用色质联用、红外光谱和其他化学方法鉴定了樟油中的 34 种成分。观察到不同树龄的植株及不同部位的精油成分存在差异。叶部精油具有与其它部位所不同的特点。按叶油主成分可将樟树划分为五个类型:樟脑型、芳樟醇型、桉油素型、龙脑型和异橙花叔醇型。对樟树不同化学成分、部位、年龄、环境、采叶期精油含量研究表明,各类型的叶油含量分别为:芳樟 1.34%~2.16%、脑樟 1.59%~2.53%、油樟 1.61%~2.37%、异樟 0.24%~0.56%和龙脑樟 1.53%~1.93%。除异樟外各类型成龄树的精油含量以根部最高,干叶次之,枝最少;幼树则以叶最高,根部次之,干枝最少。根部含油量依树龄增加而增加;含油量与生长节律有关。叶油的类型特征稳定,不受树龄影响,且有较高的遗传能力。此外,我国许多学者在樟油化学成分测定分析、樟油生化类型划分和高樟油品系选育、天然樟脑提取工艺以及樟籽、叶等综合利用方面均取得良好结果,为樟树全树综合利用奠定技术基础^[12-17]。

王春台等^[18]从樟树落叶中提取得到棕黑色色素,并发现在一定浓度下对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草芽孢杆菌、巨大芽孢杆菌以及苏云金杆菌均有不同程度的抑制作用。陈秀萍等^[19]在樟树叶片中提取了红、绿两种色素,并将其应用于饮料和果酒着色,取得较好效果。卢凌彬等^[20]用从香樟叶片中获得的提取液配制成 ZLA 保鲜剂,对西红柿、青椒等果蔬具有明显的保鲜和护色效果。而程平等^[21]以樟树籽为原料进行核脂肪油提取试验,分析了油脂的理化常数及化学组成,并进行毒性和毒理学评估,提出核脂肪油可作为木本食用油,开辟了樟

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库